

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-126605

(43)Date of publication of application : 18.05.1989

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 62-284272

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 12.11.1987

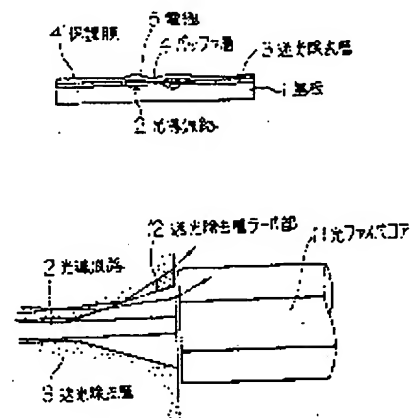
(72)Inventor : TANIZAWA YASUHISA

## (54) LIGHT GUIDE DEVICE WITH STRAY LIGHT REMOVING LAYER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To decrease crosstalks and the deterioration in an extinction ratio by forming a stray light removing layer to the region which is limited to the upper part of the light guide of a buffer layer and near said part and where there is no buffer layer.

**CONSTITUTION:** The buffer layer 4 consisting of SiO<sub>2</sub> is coated to the upper part of the light guide 2 formed on a substrate 1 and near the same and the stray light removing layer 3 consisting of TiO<sub>2</sub> is formed in the regions except said region. The stray light in the substrate 1 is, therefore, confined in the stray light removing layer 3 as said light is propagated. The region where the stray light removing layer 3 in the upper part of the light guide at the exit end of the light guide is expanded to a taper shape toward the exit end in order to prevent the confined and propagated light from being coupled to an optical fiber or photodetecting element connected to the exit end of the light guide. The crosstalks and the deterioration in the extinction ratio are thereby decreased.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-126605

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)5月18日

G 02 B 6/12

A-7036-2H

J-7036-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 迷光除去層付光導波路デバイス

⑰ 特 願 昭62-284272

⑱ 出 願 昭62(1987)11月12日

⑲ 発 明 者 谷 澤 靖 久 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 芦 田 坦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

迷光除去層付光導波路デバイス

2. 特許請求の範囲

1. 光導波路が形成された基板表面にパッファ層を有する光導波路デバイスにおいて、前記パッファ層を光導波路上部とその近傍に限定し、前記パッファ層のない領域に迷光除去層を形成したことを特徴とする迷光除去層付光導波路デバイス。

2. 前記迷光除去層が前記基板の屈折率よりも大きい屈折率をもつ物質から成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の迷光除去層付光導波路デバイス。

3. 前記光導波路の出力側端部における前記迷光除去層の形成されていない部分が該光導波路の出力側端部に向かってテーパ状に広がっていることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の迷光除去層付光導波路デバイス。

4. 前記迷光除去層が光を吸収する物質から成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の迷光除去層付光導波路デバイス。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光導波路デバイスに関し、特に光導波路基板内の迷光を除去する層を有する光導波路デバイスに関する。

〔従来の技術〕

光導波路を用いた光デバイスには、第5図、第6図に示すような2×2 E Oスイッチや、第7図に示すような多分岐外部変調モジュール等がある。第5図、第6図を参照して、2×2 E Oスイッチは方向性結合部での光導波路間のモード結合と、LiNbO<sub>3</sub>等の強誘電体基板のもつ電気光学効果による屈折率変化を利用したものである。入力側の光ファイバ6から入力された光は、Cr-Auによる電極5への印加電圧が0の時は出力側の光ファイバ7から出射され、スイッチ動作電圧が印加され

た時は出力側の光ファイバ8から出射される。一方、多分岐外部変調モジュールでは、第7図を参照して、レーザダイオード15から出射された光がレンズ16により集光されて光導波路17に導かれ、分岐部18において各光導波路に分岐される。更に、分岐された各光導波路においてはそこに設けられた光変調部19において電圧をオン、オフすることにより変調が行われ、各変調光は各光導波路に接続された光ファイバ20に出射される。

これらの光導波路型デバイスは、スイッチあるいは変調に、基板の電気光学効果を用いるため、第6図に示すように、まず電気光学効果を有する $\text{LiNbO}_3$ 等の強誘電体基板1にTIを光導波路形状にパターンニングし、約1000℃前後の高温で数時間熱拡散させて基板表面に光導波路2を形成する。次に、磁界成分が基板全反射面(表面)に平行なTM波の金属電極への吸収損失を防ぐため、 $\text{SiO}_2$ 膜等の基板よりも低い屈折率の材料をコーティングしパッファ層4を形成した上で、光導波路2上

での光が光導波路に結合しないで、一部の光が光導波路以外の基板内に漏れてしまう。

こうした光導波路の曲り部や分岐部で生じた放射光や、発光素子からの基板内への漏れ光は透光となって基板内を散乱し、その一部は出射側の光ファイバ接続部端面へも伝搬し、ごくわずかではあるが、光ファイバ内に結合してしまうことがある。基板内の透光が出射側の光ファイバに結合した場合、EOスイッチにおいては、この透光はクロストークとなってしまう。また、前述の多分岐外部変調モジュールの場合は、変調時のオン、オフの光量差が減少することになるので、消光比の劣化という特性劣化をまねいてしまう。

出射側の光ファイバをシングルモードファイバとしたときは、たとえば、これらの基板内透光が存在したとしても、光導波路と光ファイバの電界分布の大きさがほぼ同じであるため、透光は光ファイバに結合されにくい。しかし、出射側光ファイバにコア径の大きいマルチモードファイバを接続したり、あるいは、光導波路出射端に直接受光素

子にCr,Au等の材質をコーティング、パターンニングして電極5を形成する。最後に、電極5の保護のために、再び $\text{SiO}_2$ 膜を電極取出し部(パッド部)10を除いた基板全面にコーティングする。

従来は、こうして作製された基板より光導波路素子となる部分を切断した後、端面研磨し、これに光ファイバや、発光、受光素子を接続して光スイッチや光変調器を形成していた。

(発明が解決しようとする問題点)

上述のEOスイッチや、多分岐外部変調モジュールは、光スイッチング部や、分岐、変調部で光導波路に曲り部分を有している。このため、この曲り部分において導波光の放射損失を生じることがある。また、多分岐外部変調モジュールでは、分岐部でパターンの欠陥を生じやすく、散乱による光の光導波路からの漏れを生じることがある。さらに、レーザダイオード等の発光素子を光ファイバを介さず、レンズ等を用いて直接光導波路に結合させる場合、光導波路とレンズを用いて集光された光のスポットサイズが合わないため、すべ

子を結合するような場合、光導波路よりも受光径が大きくなると同時に、開口数も大きくなるので、光導波路周辺からの透光に対しても受光感度が高くなり、先述のクロストークや消光比の劣化をより起こしやすくなる。

(問題点を解決するための手段)

本発明による透光除去層付光導波路デバイスは、光導波路のパッファ層を光導波路上部とその近傍に限定し、基板表面の光導波路が形成されている部分以外の領域には、基板の屈折率よりも高い屈折率を有する材料を基板表面に直接コーティングしていることを特徴としている。さらに、出射側の光ファイバあるいは受光素子が結合している光導波路出射端では、前記コーティングを施されていない部分が出射端に向かってテーパ状に広がった形状を有している。

(原理及び作用)

基板表面に光導波路を形成した後、直接光導波路上部に金属電極を設けると、TMモード光は、金属に吸収されて損失が生じるので、一旦基板表

面にパフ層を形成した上で金属電極を形成する。通常は、このパフ層は、基板表面からの導波光の放射損失がないように基板よりも低い屈折率をもつ材料で形成される。

Ti 拡散  $\text{LiNbO}_3$  光導波路の場合、 $\text{LiNbO}_3$  の屈折率が 2.2 であるので、屈折率が 1.4 の  $\text{SiO}_2$  がこのパフ層に用いられる。従来このパフ層は、プロセスを容易にするため光導波路上部だけでなく、基板表面全体に形成されている。本発明では、このパフ層を光導波路上部とその近傍だけに限定して形成し、光導波路が形成されていない領域には、逆に、基板表面から光が放射されるよう基板よりも高い屈折率をもつ材料を迷光除去層としてコーティングする。こうすることによって、基板内に散乱した迷光は、基板表面に到達すると、この迷光除去層に一旦放射され、閉じ込められたまま伝搬する。この迷光除去層は、 $\text{LiNbO}_3$  を基板とした光導波路の場合、コーティングが容易で、しかも屈折率が 2.4 と  $\text{LiNbO}_3$  より高い  $\text{TiO}_2$  が適している。

第 1 図は本発明の迷光除去層付光導波路デバイスを適用した  $2 \times 2$  E O スイッチの上面図であり、第 2 図は第 1 図の A-A' 線断面図である。1 は  $\text{LiNbO}_3$  による基板、2 は基板 1 に Ti を光導波路形状にパターンニングし、 $1000^\circ\text{C}$ 、6 時間で熱拡散させて形成した光導波路、3 は  $\text{TiO}_2$  による迷光除去層、4 は  $\text{SiO}_2$  によるパフ層、5 は Cr-Au による電極、6 および 9 は入力側の光ファイバ、7 および 8 は出力側の光ファイバ、10 は電極取出し部でケースの端子に接続される。

まず、本発明の迷光除去層付光導波路デバイスの作製プロセスについて説明する。基板表面を十分に洗浄した  $\text{LiNbO}_3$  の基板に Ti をスパッタにより  $600 \text{ \AA}$  成膜し、これにフォトリソグラフィを用いてパターンニングした後、エッチングにより基板上に Ti の光導波路パターンを形成した。光導波路パターンは 2 本の近接する光導波路間のモード結合と基板のもつ電気光学効果を利用してスイッチング動作を行う方向性結合形スイッチ形状である。ここでは光導波路幅は  $8 \mu\text{m}$ 、方向性結合部で

上述のように迷光除去層を設けた基板では、基板内の迷光は伝搬されるに従って迷光除去層に閉じ込められる。この迷光除去層に閉じ込められて伝搬された光を、光導波路出射端に接続された光ファイバや、受光素子に結合しないようにするため、本発明の迷光除去層付光導波路デバイスでは、さらに光導波路出射端で光導波路上部の迷光除去層がコーティングされていない領域を出射端に向かってテーパ状に広げている。これは、迷光除去層に閉じ込められた光の光導波路出射端近傍にある光が、迷光除去層をテーパ状にすることにより光ファイバ端面に到達しないようにするものである。

同様に、上記の  $\text{TiO}_2$  のような基板よりも高い屈折率をもつ物質により迷光除去層を形成する以外に、GaAs 等の光を吸収する物質を光導波路上部とその近傍以外の領域に形成し、基板内の迷光をこの吸収膜により吸収させることも可能である。

#### 〔実施例〕

次に、本発明について図面を参照して説明する。

は光導波路間ギャップは  $5 \mu\text{m}$  で結合長は  $6 \text{ mm}$ 、素子長は  $20 \text{ mm}$  とした。この Ti の光導波路パターンを  $1000^\circ\text{C}$  で 6 (H) 熱拡散させて光導波路 2 を作製した。

次に、 $\text{SiO}_2$  をプラズマ CVD 法によりあらかじめ基板全面にコーティングし、光導波路上部とその近傍だけ  $\text{SiO}_2$  が残るようフォトリソグラフィによりパターンニングした後、フッ酸により光導波路近傍以外の部分の  $\text{SiO}_2$  をエッチングし除去した。レジストが付いたまま、今度は蒸着により  $\text{TiO}_2$  を基板にコーティングした後、リフトオフにより  $\text{SiO}_2$  パフ層上の  $\text{TiO}_2$  層を除去した。これにより、基板に形成された光導波路 2 の上部とその近傍には  $\text{SiO}_2$  によるパフ層 4 が、それ以外の領域には  $\text{TiO}_2$  による迷光除去層 3 がそれぞれコーティングされたことになる。さらに、結合部分の光導波路 2 上部に Cr-Au による電極 5 を蒸着により成膜、パターンニングし、最後に基板全面に電極保護用の  $\text{SiO}_2$  による保護膜 4' を形成し、全プロセスを終える。こうして作製された光導波路基板は、

所望の大きさに切断，端面研磨され，光導波路端部に入力側光ファイバ6，9，出力側光ファイバ7，8がそれぞれ接続される。

第3図は，上述のようにして作製された迷光除去層に閉じ込められた光の光ファイバへの結合を防ぐために光導波路2の出力側端部で，迷光除去層が形成されていない部分を端部に向かってテーパ状に広げたものである。

第4図は出力側に第3図の光ファイバのかわりに受光素子13を結合させたものである。このように迷光除去層にテーパ部を設けると，後述するように，デバイス化時のクロストークがさらに改善できる。

第1図の入出力端部を第3図の構造にして作製された2×2EOスイッチの特性，特にクロストーク特性を評価した。入力光は，スイッチング電圧を低くするためTMモード光とし，入力側光ファイバ6から入力した光をスイッチングしたときの正規の光ファイバと反対側の光ファイバから出力される光の量を測定した。本実施例のEOス

witchの場合，電圧オフでは，光ファイバ6から入力された光は光ファイバ8から出力され，電圧オンのときは光ファイバ7から出力される。すなわち，電圧オフの時は，光ファイバ7から出力される光が，電圧オンの時は光ファイバ8から出力される光がそれぞれクロストークとなる。

このクロストーク量を，従来の迷光除去層のない光導波路デバイスを用いた場合と，本発明の迷光除去層付光導波路デバイスを用いた場合について測定した。尚，出力側の光ファイバには，シングルモードファイバを用いた場合とマルチモードファイバを用いた場合のそれぞれについて行なった。その測定結果を表1に示す。

表 1

		従来基板	本発明の基板
シングルモード ファイバ	電圧 ON	22dB	24dB
	OFF	18dB	21dB
マルチモード ファイバ	ON	12dB	22dB
	OFF	11dB	18dB

表1の結果からわかるように，出力側にシングルモードファイバを用いたときは，クロストークは約3dB，マルチモードを用いたときは，約7dB近く低減できた。このように，本発明の迷光除去層付光導波路デバイスを用いることにより基板内の迷光の出力側光ファイバへの結合を防ぎ，特性を改善することができる。

なお，前記実施例では迷光除去層3の材料として基板よりも高い屈折率を持つものについて説明したが，本発明はこれに限定されるものではない。例えば，迷光除去層としてGaAs等の光を吸収する物質を利用しても十分な迷光除去効果が得られる。〔発明の効果〕

以上説明したように本発明は，光導波路が形成された基板の上部のパッパ層を光導波路上部に限定し，光導波路が形成されている部分以外の領域には基板よりも屈折率の高い材料をコーティングして迷光除去層を設け，さらには光導波路出力側端部で，この迷光除去層がコーティングされていない領域をテーパ状に広げることにより，光導

波路の曲り部や分岐部での放射による基板内の迷光や，発光素子からの直接の基板内部の迷光を迷光除去層に閉じ込め，出力光ファイバや，受光素子への結合を防ぎ，クロストークや，消光比の劣化を少なくできる効果がある。

このように，本発明の迷光除去層付光導波路基板を適用することにより，クロストークが低いEOスイッチや，消光比のよい多分岐変調器が実現できるだけでなく，出力側にマルチモードファイバを適用したり，光導波路に直接受光素子を結合することも可能となり，光導波路デバイスの特性が向上するとともに，そのアプリケーションも拡大させることができ，本発明の工業的価値は高い。

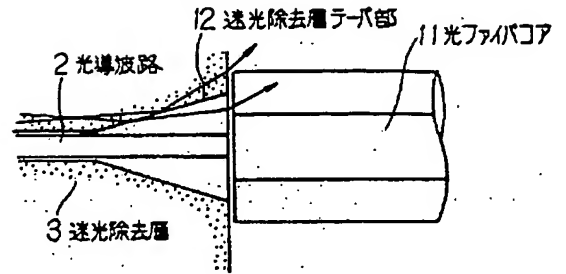
#### 4.図面の簡単な説明

第1図は本発明の迷光除去層付光導波路基板を用いた2×2EOスイッチの上面図，第2図は第1図のA-A'線断面図，第3図は光導波路出射端にテーパ形状の迷光除去層をもつ光導波路基板の

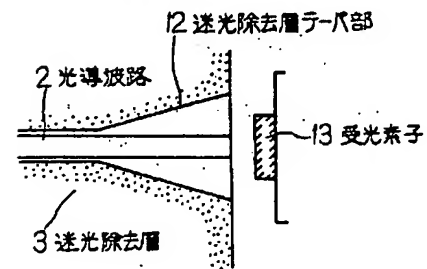
光導波路出射端部拡大図、第4図は第3図における光ファイバのかわりに受光素子を光導波路出射端に接続した図である。また、第5図は従来の光導波路基板を用いた2×2 E Oスイッチの上面図であり、第6図は第5図のB-B'線断面図、第7図はL D内蔵多分岐外部変調モジュールの上面図である。

1… $\text{LiNbO}_3$  による基板、2…Ti 拡散による光導波路、3… $\text{TiO}_2$  による迷光除去層、4… $\text{SiO}_2$  によるパッファ層、4'…保護膜、5…電極、6、7…入力側光ファイバ、8、9…出力側光ファイバ、10…電極取出し部、11…光ファイバコア、12…迷光除去層テーパー部、13…受光素子、14…光導波路曲り部、15…レーザダイオード、16…レンズ、17…光導波路、18…分岐部、19…変調部、20…光ファイバ。

第3図



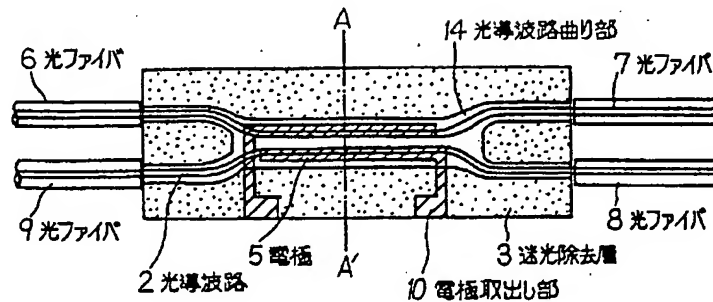
第4図



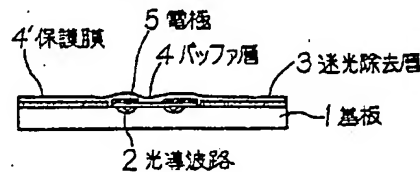
代理人 (7783) 弁理士 池田 憲保



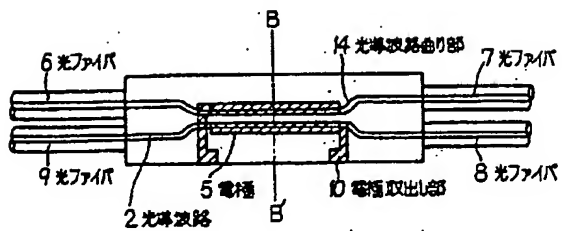
第1図



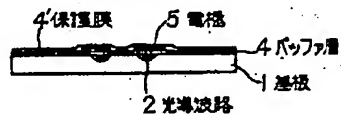
第2図



第5図



第6図



第7図

